

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 7 : <b>F02M 59/36, 45/06</b>		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/11339</b>
<b>A1</b>		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>2. März 2000 (02.03.00)</b>
(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02544</b>		(81) Bestimmungsstaaten: JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: <b>17. August 1999 (17.08.99)</b>		
(30) Prioritätsdaten: <b>198 37 332.5      18. August 1998 (18.08.98)      DE</b>		
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): <b>ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02 20, D-70442 Stuttgart (DE).</b>		
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): <b>BOECKING, Friedrich [DE/DE]; Mainzer Strasse 27, D-70499 Stuttgart (DE).</b>		
<p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.          Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p>		

(54) Title: **CONTROL UNIT FOR CONTROLLING THE BUILD-UP OF PRESSURE IN A PUMP UNIT**

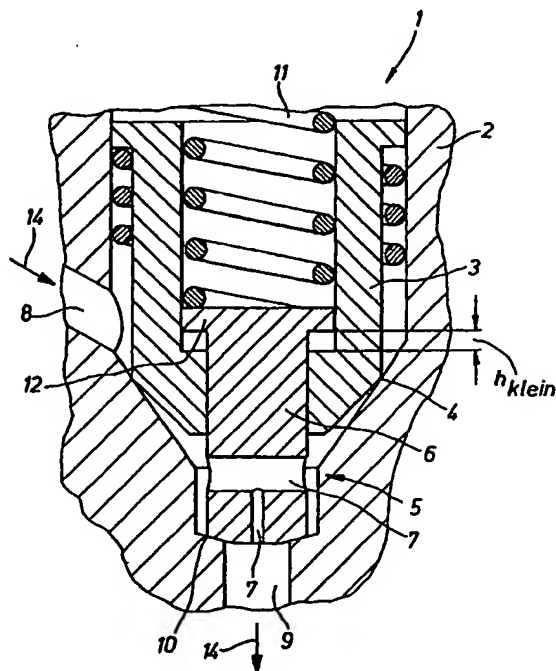
(54) Bezeichnung: **STEUEREINHEIT ZUR STEUERUNG DES DRUCKAUFBAUS IN EINER PUMPENEINHEIT**

(57) Abstract

The invention relates to a control unit for controlling the build-up of pressure in a pump unit that is part of a system. The control unit comprises a control valve (1) with a valve actuator unit connected thereto. The control valve (1) is designed as an I-valve that opens inwardly in the direction of flow, whereby said valve consists of a valve body (3) that can be mounted in such a way that it can slide axially in the housing (2) of the control unit and rests internally on the seat (4) of the control valve (1). In order to make the flow curve of the control valve (1) as flat as possible for low lifts ( $h_{\text{klein}}$ ) of the control valve (1), the control valve is characterised by a throttle arrangement (7) that allows the flow through the control valve (1) to be reduced when the control valve is opened at a low lift ( $h_{\text{klein}}$ ).

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine Steuereinheit zur Steuerung des Druckaufbaus durch eine Pumpeneinheit in einem System, wobei die Steuereinheit ein Steuerventil (1) und eine mit diesem verbundene Ventilbetätigungseinheit aufweist und das Steuerventil (1) als ein in Strömungsrichtung nach innen öffnendes I-Ventil ausgebildet ist, das eine in einem Gehäuse (2) der Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper (3) aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil (1) von innen auf einem Ventilsitz (4) des Steuerventils (1) sitzt. Um der Durchflusskurve des Steuerventils (1) bei kleinen Huben ( $h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) einen möglichst flachen Verlauf zu geben, wird eine Steuereinheit vorgeschlagen, die gekennzeichnet ist durch eine Drosselanordnung (7), durch die der Durchfluss durch das Steuerventil (1) bei um einen kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) geöffnetem Steuerventil (1) gedrosselt wird.



### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabon	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland		
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

5

10      Steuereinheit zur Steuerung des Druckaufbaus in einer  
Pumpeneinheit

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Steuereinheit zur  
Steuerung des Druckaufbaus durch eine Pumpeneinheit in  
15      einem System, wobei die Steuereinheit ein Steuerventil und  
eine mit diesem verbundene Ventilbetätigungseinheit  
aufweist und das Steuerventil als ein in Strömungsrichtung  
nach innen öffnendes I-Ventil ausgebildet ist, das einen in  
einem Gehäuse der Steuereinheit axial verschiebbar  
20      gelagerten Ventilkörper aufweist, der bei geschlossenem  
Steuerventil von innen auf einem Ventilsitz des  
Steuerventils sitzt.

Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein  
25      Einspritzsystem zur Kraftstoffzufuhr in einen  
Verbrennungsraum von direkteinspritzenden  
Verbrennungskraftmaschinen mit einer Pumpeneinheit zum  
Aufbau eines Einspritzdrucks und dann zum Einspritzen des  
Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den  
30      Verbrennungsraum.

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein  
Verfahren zur Steuerung des Druckaufbaus mittels einer  
Steuereinheit mit einem Steuerventil und einer mit diesem  
35      verbundenen Ventilbetätigungseinheit, wobei das  
Steuerventil als ein in Strömungsrichtung nach innen  
öffnendes I-Ventil ausgebildet ist, das einen in einem

- 2 -

Gehäuse der Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil von innen auf einem Ventilsitz des Steuerventils sitzt.

5      Stand der Technik

Derartige Steuereinheiten sind zur Steuerung des Druckaufbaus beliebiger Pumpeneinheiten aus dem Stand der Technik bekannt. Sie werden beispielsweise zur Steuerung  
10 der Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt. Die Verbrennungskraftmaschinen weisen eine Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und dann zum Einspritzen des Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den  
15 Verbrennungsraum auf. Das Einspritzsystem der Verbrennungskraftmaschine kann bspw. als eine Pumpe-Düse-Einheit (PDE) oder als ein Pumpe-Leitung-Düse (PLD)-System ausgebildet sein.

20 Diese bekannten Steuereinheiten sind üblicherweise als Magnetventile ausgebildet. Dabei ist die Ventilbetätigungseinheit als ein Elektromagnet ausgebildet, der das Steuerventil betätigt. Das Magnetventil ist im nicht erregten Zustand geöffnet. Dadurch ist ein freier  
25 Durchfluß von der Pumpeneinheit zu dem Niederdruckbereich des Einspritzsystems gegeben und somit ein Befüllen des Pumpenraumes mit Kraftstoff während des Saughubs des Pumpenkolbens und ein Rückströmen des Kraftstoffs während des Förderhubes möglich. Ein Ansteuern des Magnetventils  
30 während des Förderhubes des Pumpenkolbens schließt diesen Bypass. Dies führt zu einem Druckaufbau in dem Hochdruckbereich des Systems. Somit kann mittels der Steuereinheit der Druckaufbau in der Pumpeneinheit gesteuert werden.

35 Das Steuerventil ist als ein in Strömungsrichtung nach

- 3 -

innen öffnendes I-Ventil ausgebildet. I-Ventile haben bei kleinen Hüben üblicherweise eine sehr steile Durchflußkurve. In einer Durchflußkurve wird der Verlauf des Durchflusses durch ein Ventil in Abhängigkeit von dem Hub des Ventils aufgetragen. Aufgrund des steilen Verlaufs der Durchflußkurve von I-Ventilen bei kleinen Ventilhuben führen bereits geringe Schwankungen des Ventilhubes zu relativ großen Schwankungen der Durchflußmenge.

Grundsätzlich hätte eine Schwankung der Durchflußmenge bei kleinen Hüben kaum Auswirkungen auf die Gesamtmenge des geförderten Mediums. Es gibt jedoch Anwendungen, bei denen die Durchflußmenge durch das Ventil bei kleinen Ventilhuben möglichst unabhängig von dem Ventilhub sein sollte und bei denen es auf einen möglichst flachen Verlauf der Durchflußkurve bei kleinen Hüben ankommt.

Eine derartige Anwendung ist bspw. die Steuerung der Kraftstoffzufuhr bei direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen. Dort wird häufig eine sog. Voreinspritzung durchgeführt, d. h. vor der eigentlichen Haupteinspritzung eine geringe Menge Kraftstoff in den Verbrennungsraum gespritzt. Mit Hilfe der Voreinspritzung kann das Geräusch- und Abgasverhalten der Verbrennungskraftmaschine positiv beeinflußt werden. Die Menge des voreingespritzten Kraftstoffs muß genau bestimmt werden können, um das Verhalten der Verbrennungskraftmaschine gezielt steuern zu können. Die Voreinspritzung findet bei kleinen Hüben des Steuerventils statt. Bereits geringe Schwankungen des Ventilhubes haben bei der Steuereinheit nach dem Stand der Technik große Auswirkungen auf die Menge des voreingespritzten Kraftstoffs. Um die Voreinspritzmenge möglichst genau bestimmen zu können, wäre es deshalb vorteilhaft, wenn die Durchflußkurve bei kleinen Hüben einen flachen Verlauf aufweist.

- 4 -

Um den Verlauf der Durchflußkurve bei kleinen Hüben  
möglichst flach auszubilden, ist es aus dem Stand der  
Technik bekannt, die Durchflußmenge elektronisch zu  
steuern. Eine elektronische Steuerung ist jedoch aufwendig  
und teuer.

Aus den vorgenannten Nachteilen des Standes der Technik  
ergibt sich die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine  
Steuereinheit der eingangs genannten Art dahingehend  
weiterzubilden, daß die Durchflußkurve bei kleinen Hüben  
des Steuerventils einen möglichst flachen Verlauf aufweist.

Zur Lösung dieser Aufgabe schlägt die Erfindung ausgehend  
von einer Steuereinheit der eingangs genannten Art eine  
Steuereinheit vor, die durch eine Drosselanordnung  
gekennzeichnet ist, durch die der Durchfluß durch das  
Steuerventil bei um einen kleinen Hub geöffnetem  
Steuerventil gedrosselt wird.

Bei um einen großen Hub geöffnetem Steuerventil der  
erfindungsgemäßen Steuereinheit ist ein freier Durchfluß  
von der Pumpeneinheit über den Ventilsitz des Steuerventils  
zu einem Niederdruckbereich eines Systems, in dem der  
Druckaufbau gesteuert werden soll, gegeben. Somit ist ein  
Befüllen des Pumpenraumes mit dem geförderten Medium  
während des Saughubs des Pumpenkolbens und ein Rückströmen  
des Mediums während des Förderhubes möglich. In dem System  
wird also kein Druck aufgebaut.

Durch Ansteuern der Ventilbetätigungseinheit bewegt sich  
der Ventilkolben in Richtung der Schließstellung des  
Steuerventils. Dadurch kann das Steuerventil in eine um  
einen kleinen Hub geöffnete Ventilstellung gebracht werden.  
Bei um einen kleinen Hub geöffnetem Steuerventil ist nach  
wie vor ein Durchfluß, allerdings lediglich ein  
gedrosselter Durchfluß, von der Pumpeneinheit über den

- 5 -

Ventilsitz des Steuerventils und über die Drosselanordnung zu dem Niederdruckbereich des Systems gegeben. Somit ist ein bedingtes Befüllen des Pumpenraumes mit dem geförderten Medium während des Saughubs des Pumpenkolbens und ein Rückströmen des Mediums während des Förderhubes möglich. In dem Hochdruckbereich des Systems wird ein geringer Druck aufgebaut.

Ein weiteres Ansteuern der Ventilbetätigungseinheit während des Förderhubes des Pumpenkolbens schließt das Steuerventil vollständig, wodurch der Bypass von der Pumpeneinheit zu dem Niederdruckbereich des Systems unterbrochen wird. Dies führt zum Aufbau eines hohen Drucks in dem Hochdruckbereich des Systems.

Die Durchflußmenge des durch das Steuerventil fließenden Mediums fällt während des Schließvorgangs nicht steil von einem Maximalwert bei vollständig geöffnetem Steuerventil auf den Wert Null bei vollständig geschlossenem Steuerventil ab. Vielmehr fließt bei Erreichen eines kleinen Hubs so lange eine nahezu konstante geringe Menge des geförderten Mediums durch das Steuerventil, bis das Steuerventil vollständig geschlossen ist. Der Verlauf der Durchflußkurve des Steuerventils bei kleinen Hübten ist in vorteilhafter Weise sehr flach. Dadurch wird erreicht, dass Schwankungen des Ventilhubes kaum Schwankungen der Durchflußmenge hervorrufen. Die Durchflußmenge ist bei kleinen Hübten nahezu unabhängig von dem Ventilhub.

Vorzugsweise ist die Drosselanordnung in den Ventilkörper integriert. Das hat den Vorteil, daß sie nicht gesondert angesteuert werden muß, sondern zusammen mit dem Ventilkörper aus einer inaktiven Stellung bei vollständig geöffnetem Steuerventil in eine aktive Stellung bei um einen kleinen Hub geöffnetem Steuerventil gebracht werden kann.

- 6 -

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist an dem Ventilkörper in Strömungsrichtung außenliegend ein weiterer Ventilkörper angeordnet, der bei kleinen Hübten des Steuerventils in einer Schließstellung ist und der  
5 mindestens eine Drosselbohrung aufweist, die bei geöffnetem Steuerventil mit einem Zulauf und einem Ablauf des Steuerventils in Verbindung steht.

Vorzugsweise ist der weitere Ventilkörper in dem  
10 Ventilkörper axial verschiebbar gelagert. Der weitere Ventilkörper sitzt bei geschlossenem Steuerventil und bei einem kleinen Hub des Steuerventils in Strömungsrichtung von innen auf einem weiteren Ventilsitz des Steuerventils. Bei vollständig geöffnetem Steuerventil, d. h. bei einem  
15 großen Hub, ist der Ventilkörper des Steuerventils von dem Ventilsitz und der weitere Ventilkörper der Drosselanordnung von dem weiteren Ventilsitz abgehoben. Das geförderte Medium kann durch den Ventilsitz und den weiteren Ventilsitz frei von der Pumpeneinheit zu dem  
20 Niederdruckbereich des Systems fließen. Bei teilweise geöffnetem Steuerventil, d. h. bei einem kleinen Hub, ist der Ventilkörper des Steuerventils nach wie vor von dem Ventilsitz abgehoben, der weitere Ventilkörper der Drosselanordnung sitzt allerdings auf dem weiteren  
25 Ventilsitz. Das geförderte Medium kann nur noch gedrosselt durch den Ventilsitz und die Drosselbohrung des weiteren Ventilkörpers fließen. Dabei wird in dem System ein geringer Druck aufgebaut. Bei vollständig geschlossenem Steuerventil sitzt der Ventilkörper des Steuerventils auf  
30 dem Ventilsitz und das geförderte Medium wird an dem Ventilsitz zurückgehalten. Nun wird in dem System ein höherer Druck aufgebaut.

Vorteilhafterweise wird der weitere Ventilkörper durch ein  
35 zwischen dem Ventilkörper und dem weiteren Ventilkörper wirkendes Federelement bei geschlossenem Steuerventil oder



- 7 -

bei einem kleinen Hub des Steuerventils auf den weiteren Ventilsitz gedrückt.

Vorzugsweise weist der weitere Ventilkörper einen Anschlag auf, der bei einem großen Hub des Steuerventils auf dem Ventilkörper aufliegt. Bei geschlossenem Steuerventil entspricht der Abstand zwischen dem Anschlag und dem Ventilkörper der Größe des kleinen Ventilhubes, während dem die Drosselanordnung aktiv ist.

Alternativ schlägt die Erfindung vor, daß der weitere Ventilkörper in Strömungsrichtung außen an dem Ventilkörper ausgebildet ist und daß der weitere Ventilkörper bei geschlossenem Steuerventil und bei einem kleinen Hub des Steuerventils in einer Aufnahmebohrung abgedichtet aufgenommen ist, aus der der Ablauf aus dem Steuerventil herausführt. Der weitere Ventilkörper und die Aufnahmebohrung bilden den weiteren Ventilsitz, der während der kleinen Hübe des Steuerventils geschlossen ist. Bei vollständig geöffnetem Steuerventil, d. h. bei einem großen Hub, ist der Ventilkörper des Steuerventils von dem Ventilsitz abgehoben und der weitere Ventilkörper der Drosselanordnung befindet sich außerhalb der Aufnahmebohrung. Das geförderte Medium kann durch den Ventilsitz und den weiteren Ventilsitz frei von der Pumpeneinheit zu dem Niederdruckbereich des Systems fließen. Bei teilweise geöffnetem Steuerventil, d. h. bei einem kleinen Hub, ist der Ventilkörper des Steuerventils nach wie vor von dem Ventilsitz abgehoben, der weitere Ventilkörper der Drosselanordnung ist allerdings von der Aufnahmebohrung abgedichtet aufgenommen. Das geförderte Medium kann nur noch gedrosselt durch den Ventilsitz und die Drosselbohrung des weiteren Ventilkörpers fließen. Dadurch wird in dem System ein geringer Druck aufgebaut. Bei vollständig geschlossenem Steuerventil sitzt der Ventilkörper des Steuerventils auf dem Ventilsitz und das

- 8 -

geförderte Medium wird an dem Ventilsitz zurückgehalten. In dem System wird nun ein höherer Druck aufgebaut.

Die vorliegende Erfindung betrifft außerdem ein Einspritzsystem zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und dann zum Einspritzen des Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den Verbrennungsraum, wobei das Einspritzsystem Mittel aufweist, um vor der eigentlichen Haupteinspritzung eine geringe Menge Kraftstoff in den Verbrennungsraum voreinzuspritzen.

Um ein solches Einspritzsystem dahingehend weiterzubilden, daß die Kraftstoffmenge der Voreinspritzung besonders genau und zuverlässig gesteuert werden kann, schlägt die Erfindung vor, daß das Einspritzsystem eine Steuereinheit der oben genannten Art aufweist.

Schließlich betrifft die vorliegende Erfindung auch ein Verfahren zur Steuerung des Druckaufbaus durch eine Pumpeneinheit in einem System mittels einer Steuereinheit, die ein Steuerventil und eine mit diesem verbundene Ventilbetätigungseinheit aufweist, wobei das Steuerventil als ein in Strömungsrichtung nach innen öffnendes I-Ventil ausgebildet ist, das einen in einem Gehäuse der Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil von innen auf einem Ventilsitz des Steuerventils sitzt, und wobei zum Aufbau eines Drucks in dem System der Ventilkörper des Steuerventils aus einer um einen großen Hub geöffneten Stellung über eine um einen kleinen Hub geöffnete Stellung in eine geschlossene Stellung gebracht wird.

Damit die Durchflußkurve bei kleinen Hülen des

- 9 -

Steuerventils einen möglichst flachen Verlauf aufweist, schlägt die Erfindung vor, daß der Durchfluß durch das Steuerventil von dem Zeitpunkt an, zu dem der Ventilkörper um einen kleinen Hub geöffnet ist, bis zu dem Zeitpunkt, zu dem der Ventilkörper geschlossen ist, durch eine Drosselanordnung gedrosselt wird.

Vorteilhafterweise wird das Verfahren zur Steuerung der Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum einer direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschine mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und danach zum Einspritzen des Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den Verbrennungsraum eingesetzt. Insbesondere bei einem solchen Einsatz des erfindungsgemäßen Verfahrens kommen die Vorteile der Erfindung zum Tragen. So ist es mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bspw. möglich, die Kraftstoffmenge einer Voreinspritzung besonders genau und zuverlässig zu steuern, da die Durchflußmenge durch das Steuerventil aufgrund des flachen Verlaufs der Durchflußkurve nahezu unabhängig ist von dem Ventilhub des Steuerventils. Bei schwankenden kleinen Hübten ist die Durchflußmenge somit nur einer geringen Schwankung unterworfen.

Zwei bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Steuerventil einer erfindungsgemäßen Steuereinheit einer ersten Ausführungsform im Schnitt;

Fig. 2 ein Steuerventil einer erfindungsgemäßen Steuereinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform und

- 10 -

Fig. 3      den Verlauf der Durchflusskurve durch ein  
              Steuerventil einer erfindungsgemäßen  
              Steuereinheit.

5      In Figur 1 ist ein Steuerventil 1 einer erfindungsgemäßen  
Steuereinheit gemäß einer ersten Ausführungsform  
dargestellt. Die Steuereinheit dient zur Steuerung des  
Druckaufbaus durch eine Pumpeneinheit in einem beliebigen  
System. Sie weist das Steuerventil 1 und eine mit diesem  
10      verbundene Ventilbetätigungseinheit (nicht dargestellt)  
auf. Das Steuerventil 1 ist als ein in Strömungsrichtung 14  
nach innen öffnendes I-Ventil ausgebildet. Es weist einen  
in einem Gehäuse 2 der Steuereinheit axial verschiebbar  
gelagerten Ventilkörper 3 auf, der bei geschlossenem  
15      Steuerventil 1 von innen auf einem Ventilsitz 4 des  
Steuerventils 1 sitzt. Das Steuerventil 1 weist eine  
Drosselanordnung 5 auf, durch die der Durchfluß durch das  
Steuerventil 1 bei um einen kleinen Hub geöffnetem  
Steuerventil 1 gedrosselt wird.

20      Dis Drosselanordnung 5 ist als ein in den Ventilkörper 3  
integrierten weiterer Ventilkörper 6 ausgebildet. Der  
weitere Ventilkörper 6 ist in Strömungsrichtung  
außenliegend an dem Ventilkörper 3 angeordnet. Der weitere  
25      Ventilkörper 6 ist bei einem kleinen Hub des Steuerventils  
1 in einer Schließstellung und weist zwei Drosselbohrungen  
7 auf, die bei geöffnetem Steuerventil 1 mit einem Zulauf 8  
und einem Ablauf 9 des Steuerventils 1 in Verbindung  
stehen. Der weitere Ventilkörper 6 ist in dem Ventilkörper  
30      3 axial verschiebbar gelagert. Der weitere Ventilkörper 6  
sitzt bei geschlossenem Steuerventil 1 und bei einem  
kleinen Hub des Steuerventils 1 von innen auf einem  
weiteren Ventilsitz 10 des Steuerventils 1.

35      Bei um einen großen Hub geöffnetem Steuerventil 1 ist  
sowohl der Ventilsitz 4 als auch der weitere Ventilsitz 10

- 11 -

geöffnet. Es ist ein freier Durchfluß von der Pumpeneinheit zu einem Niederdruckbereich des Systems gegeben, und somit ist ein Befüllen des Pumpenraums mit dem geförderten Medium während des Saughubs des Pumpenkolbens und ein Rückströmen des Mediums während des Förderhubs möglich. In dem System wird kein Druck aufgebaut.

Bei um einen kleinen Hub geöffnetem Steuerventil 1 ist der Ventilsitz 4 zwar nach wie vor geöffnet, der weitere Ventilsitz 10 ist jedoch geschlossen, so dass das geförderte Medium über die Drosselbohrungen 7 durch das Steuerventil 1 fließen muß. Aufgrund dieses gedrosselten Durchflusses durch das Steuerventil 1 wird in dem Hochdruckbereich des Systems ein niedriger Druck aufgebaut.

Bei vollständig geschlossenem Steuerventil 1 ist sowohl der Ventilsitz 4 als auch der weitere Ventilsitz 10 geschlossen, wodurch der Bypass unterbrochen wird. Dies führt zum Aufbau eines hohen Drucks von der Pumpeneinheit zu dem Niederdruckbereich des Systems in dem Hochdruckbereich des Systems.

Der weitere Ventilkörper 10 wird durch ein zwischen dem Ventilkörper 3 und dem weiteren Ventilkörper 6 wirkendes Federelement 11 bei geschlossenem Steuerventil 1 oder bei einem kleinen Hub des Steuerventils 1 auf den weiteren Ventilsitz 10 gedrückt. Der weitere Ventilkörper 6 weist einen Anschlag 12 auf, der bei einem großen Hub des Steuerventils 1 auf dem Ventilkörper 3 aufliegt. Der weitere Ventilsitz 10 ist besonders flach ausgebildet, damit bei großen Hübten des Steuerventils 1 nach dem Öffnen des weiteren Ventilsitzes 10 möglichst rasch der hohe Durchflußwert  $Q$  (vgl. Fig. 3) erreicht wird.

In Figur 2 ist ein Steuerventil 1 einer erfindungsgemäßen

- 12 -

Steuereinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist der weitere Ventilkörper 6 in Strömungsrichtung außen an dem Ventilkörper 3 ausgebildet. Der weitere Ventilkörper 6 wird bei geschlossenem Steuerventil 1 und bei einem kleinen Hub des Steuerventils 1 in einer Aufnahmebohrung 13 abgedichtet aufgenommen. Aus der Aufnahmebohrung 13 führt der Ablauf 9 aus dem Steuerventil 1 heraus. Der weitere Ventilkörper 6 bildet zusammen mit dem Rand der Aufnahmebohrung 13 den weiteren Ventilsitz 10.

In den Figuren 1 und 2 sind die kleinen Hübe mit  $h_{\text{klein}}$  bezeichnet. In Figur 3 ist der Verlauf der Durchflußkurve  $Q=f(h)$  in Abhängigkeit von dem Hub  $h$  des Steuerventils 1 aufgetragen. Die Durchflußkurve des Steuerventils 1 der erfindungsgemäßen Steuereinheit ist durchgezogen dargestellt, wohingegen der Verlauf der Durchflußkurve  $Q$  durch das Steuerventil einer Steuereinheit nach dem Stand der Technik gestrichelt dargestellt ist. In Figur 3 ist deutlich zu erkennen, dass die Durchflußmenge  $Q$  durch das Steuerventil 1 bei der erfindungsgemäßen Steuereinheit bei kleinen Hübem  $h_{\text{klein}}$  einen sehr flachen, nahezu konstanten Verlauf hat. Das hat den Vorteil, dass bei der erfindungsgemäßen Steuereinheit die Durchflußmenge  $Q$  durch das Steuerventil 1 bei kleinen Hübem  $h_{\text{klein}}$  nicht in dem Maße von dem Hub  $h$  des Steuerventils 1 abhängt, wie das bei der Steuereinheit aus dem Stand der Technik der Fall ist. Bei größeren Hübem zwischen  $h_{\text{klein}}$  und  $h_{\text{max}}$  steigt die Durchflußmenge rasch auf einen Wert an, der auch von den aus dem Stand der Technik bekannten Steuereinheiten erreicht wird. Der sehr steile Anstieg zwischen  $h_{\text{klein}}$  und  $h_{\text{max}}$  ergibt sich aufgrund des flachen Verlaufs des weiteren Ventilsitzes 10 (vgl. Fig. 1).

5

## Patentansprüche

- 10 1. Steuereinheit zur Steuerung des Druckaufbaus durch  
eine Pumpeneinheit in einem System, wobei die Steuereinheit  
ein Steuerventil (1) und eine mit diesem verbundene  
Ventilbetätigungseinheit aufweist und das Steuerventil (1)  
15 als ein in Strömungsrichtung nach innen öffnendes I-Ventil  
ausgebildet ist, das einen in einem Gehäuse (2) der  
Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper  
(3) aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil (1) von  
innen auf einem Ventilsitz (4) des Steuerventils (1) sitzt,  
20 gekennzeichnet durch eine Drosselanordnung (7), durch die  
der Durchfluß durch das Steuerventil (1) bei um einen  
kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) geöffnetem Steuerventil (1) gedrosselt  
wird.
- 25 2. Steuereinheit nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß die Drosselanordnung (5) in den Ventilkörper (3)  
integriert ist.
- 30 3. Steuereinheit nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,  
daß an dem Ventilkörper (3) in Strömungsrichtung  
außenliegend ein weiterer Ventilkörper (6) angeordnet ist,  
der bei einem kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) in  
einer Schließstellung ist und der mindestens eine  
Drosselbohrung (7) aufweist, die bei geöffnetem  
35 Steuerventil (1) mit einem Zulauf (8) und einem Ablauf (9)  
des Steuerventils (1) in Verbindung steht.

- 14 -

4. Steuereinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Ventilkörper (6) in dem Ventilkörper (3) axial verschiebbar gelagert ist und daß der weitere Ventilkörper (6) bei geschlossenem Steuerventil (1) und bei einem kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) in Strömungsrichtung von innen auf einem weiteren Ventilsitz (10) des Steuerventils (1) sitzt.

5. Steuereinheit nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Ventilkörper (6) durch ein zwischen dem Ventilkörper (3) und dem weiterem Ventilkörper (6) wirkendes Federelement (11) bei geschlossenem Steuerventil (1) oder bei einem kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) auf den weiteren Ventilsitz (10) gedrückt wird.

6. Steuereinheit nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Ventilkörper (6) einen Anschlag (12) aufweist, der bei einem großen Hub ( $h > h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) auf dem Ventilkörper (3) aufliegt.

7. Steuereinheit nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Ventilkörper (6) in Strömungsrichtung außen an dem Ventilkörper (3) ausgebildet ist und daß der weitere Ventilkörper (6) bei geschlossenem Steuerventil (1) und bei einem kleinen Hub ( $h_{\text{klein}}$ ) des Steuerventils (1) in einer Aufnahmebohrung (13) abgedichtet aufgenommen ist, aus der der Ablauf (9) aus dem Steuerventil (1) herausführt.

8. Einspritzsystem zur Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum von direkteinspritzenden Verbrennungskraftmaschinen mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und dann zum Einspritzen des Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den Verbrennungsraum, wobei das Einspritzsystem Mittel aufweist, um vor der eigentlichen Haupteinspritzung eine geringe Menge Kraftstoff in den Verbrennungsraum



- 15 -

voreinzuspritzen, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzsystem eine Steuereinheit nach einem der Ansprüche 1 bis 7 aufweist.

5 9. Verfahren zur Steuerung des Druckaufbaus durch eine Pumpeneinheit in einem System mittels einer Steuereinheit, die ein Steuerventil (1) und eine mit diesem verbundene Ventilbetätigungseinheit aufweist, wobei das Steuerventil (1) als ein in Strömungsrichtung nach innen öffnendes I-  
10 Ventil ausgebildet ist, das einen in einem Gehäuse (2) der Steuereinheit axial verschiebbar gelagerten Ventilkörper (3) aufweist, der bei geschlossenem Steuerventil (1) von innen auf einem Ventilsitz (4) des Steuerventils (1) sitzt, und wobei zum Aufbau eines Drucks in dem System der  
15 Ventilkörper (3) des Steuerventils (1) aus einer um einen großen Hub geöffneten Stellung über eine um einen kleinen Hub geöffnete Stellung in eine geschlossene Stellung gebracht wird, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchfluß durch das Steuerventil (1) von dem Zeitpunkt an, zu dem der  
20 Ventilkörper (3) um einen kleinen Hub geöffnet ist, bis zu dem Zeitpunkt an, zu dem der Ventilkörper (3) geschlossen ist, durch eine Drosselanordnung (7) gedrosselt wird.

25 10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß es zur Steuerung der Kraftstoffzufuhr in einen Verbrennungsraum von direkteinspritzenden  
Verbrennungskraftmaschinen mit einer Pumpeneinheit zum Aufbau eines Einspritzdrucks und dann zum Einspritzen des Kraftstoffs über eine Einspritzdüse in den Verbrennungsraum  
30 eingesetzt wird.

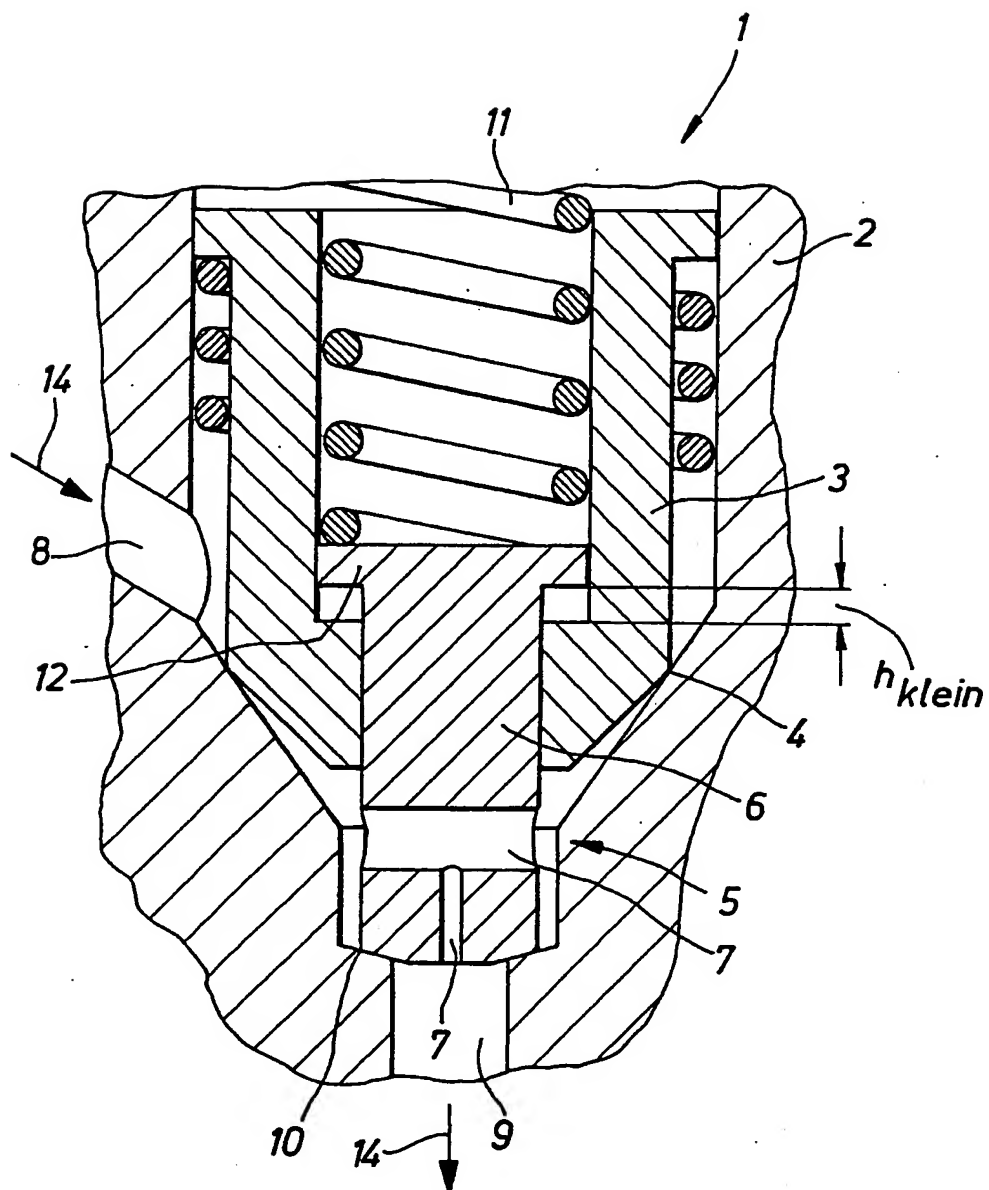


Fig. 1

2/2

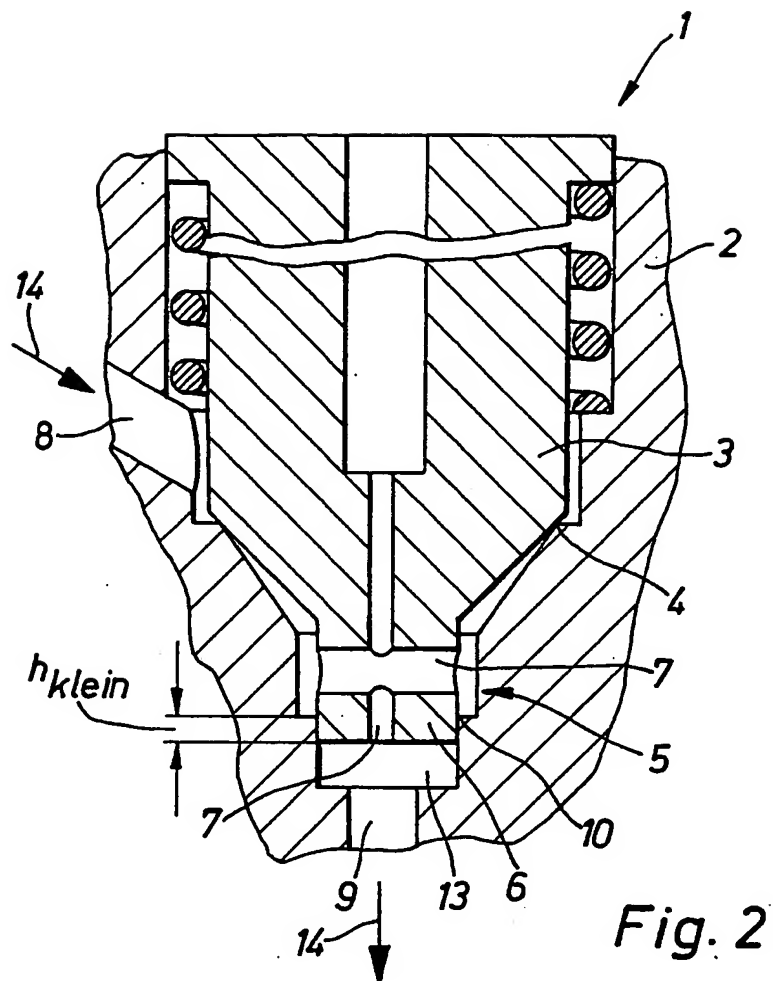


Fig. 2

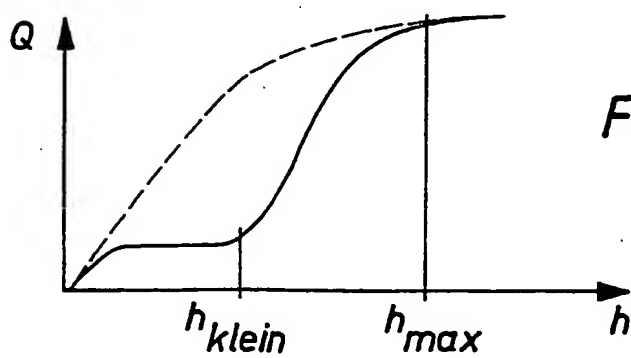


Fig. 3

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02544

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 F02M59/36 F02M45/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F02M F04B		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 265 804 A (BRUNEL ANDRE) 30 November 1993 (1993-11-30) column 4, line 13 -column 6, line 38; figures	1,8,9
A	US 4 470 548 A (USHIMURA SHOJI) 11 September 1984 (1984-09-11) column 3, line 45 -column 5, line 16; figures	1,9
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  17 December 1999		Date of mailing of the international search report  13/01/2000
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Torle, E

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02544

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5265804 A	30-11-1993	DE 4142940 A JP 5256223 A	01-07-1993 05-10-1993
US 4470548 A	11-09-1984	JP 58082068 A DE 3239461 A	17-05-1983 19-05-1983

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02544

<b>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES</b> IPK 7 F02M59/36 F02M45/06		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
<b>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</b> Recherchierte(r) Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 F02M F04B		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
<b>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</b>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 265 804 A (BRUNEL ANDRE) 30. November 1993 (1993-11-30) Spalte 4, Zeile 13 -Spalte 6, Zeile 38; Abbildungen	1,8,9
A	US 4 470 548 A (USHIMURA SHOJI) 11. September 1984 (1984-09-11) Spalte 3, Zeile 45 -Spalte 5, Zeile 16; Abbildungen	1,9
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 17. Dezember 1999		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 13/01/2000
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Torle, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02544

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5265804 A	30-11-1993	DE 4142940 A JP 5256223 A	01-07-1993 05-10-1993
US 4470548 A	11-09-1984	JP 58082068 A DE 3239461 A	17-05-1983 19-05-1983